**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 58 (1967)

**Heft:** 25

**Rubrik:** Mitteilungen SEV

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 10.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

## Energiereiche Prüfstosskreise

621.319.53

[Nach *G. A. Ssipajlow,* u a.: Gewinnung hoher elektromagnetischer Energien durch Zusammenwirken eines Stosskurzschlussgenerators und einer Kondensatorenbatterie, Elektritschestwo -(1967)8, S. 46...49]

In der Technik der Impulsgeneratoren werden heute als Energiespeicher für die Gewinnung von Stossenergien bis zu 1000 kJ hauptsächlich Kondensatorenbatterien verwendet. Bei grösseren Energien werden andere Methoden der Energiespeicherung vorgezogen. Am wirksamsten sind rotierende Schwungmassen, wobei die Rotoren grösster elektrischer Maschinen in der Lage sind, bei der Drehung mehr als 1000 MJ zu speichern. Die Umwandlung der Bewegungsenergie rotierender Schwungmassen in elektromagnetische Energie kann sowohl durch normale als auch durch Spezialmaschinen bewerkstelligt werden, von denen der Stosskurzschlussgenerator eine der Ausführungen ist.

Beim Kurzschluss eines rotierenden Stossgenerators werden je nach seiner Auslegung im Verlaufe eines Stossimpulses 5 bis 20 % der im Rotor gespeicherten kinetischen Energie in elektromagnetische Energie des Stators umgewandelt. Schaltet man den Stosskurzschlussgenerator auf eine induktive Belastung, so wird der Anteil der kinetischen Energie, der in elektromagnetische Energie umgewandelt werden kann, noch bedeutend kleiner.

In gewissen Fällen kann jedoch die Ausnutzung der elektromagnetischen Energie eines Stosskurzschlussgenerators mit Hilfe von Kunstschaltungen auf das Mehrfache vergrössert werden.

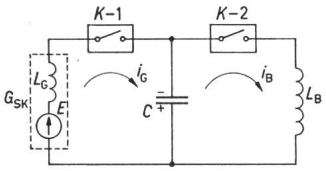



Fig. 1

**Schaltung für die Erhöhung der Energie eines Stosskurzschlussgenerators beim Draufschalten auf eine induktive Belastung**

$G_{SK}$ Stosskurzschlussgenerator; $L_G$ Induktivität des Generators; $E$ EMK des Generators; *K-1, K-2* lichtbogenfreie schnellwirkende Draufschalter; $C$ Kondensatorenbatterie; $L_B$ Belastungsinduktivität

Das Wesentliche der in Fig. 1 dargestellten und empfohlenen Schaltung besteht im Zusammenwirken des Stosskurzschlussgenerators mit einer Kondensatorenbatterie, die auf einen gewissen Spannungswert $U_{Co}$ bereits aufgeladen wurde. Im Ausgangsstadium der Schaltung sind alle ihre Bestandteile elektrisch voneinander getrennt. Im Augenblick des Nulldurchganges der Generator-EMK erfolgt die Zuschaltung des Stosskurzschlussgenerators auf die Kondensatorenbatterie, wobei die Polarität der EMK-Halbwelle so zu wählen ist, dass die Generator-EMK und die Spannung der Kondensatorenbatterie gleichsinnig wirken. Das führt zum Ansteigen der Frontsteilheit des Generatorstromes, d. h. zur beschleunigten Umwandlung der kinetischen in die elektromagnetische Energie.

Die Kapazität $C$ wird umgeladen. Beim Nulldurchgang der Kondensatorspannung wird zum Generator mit den Kondensatoren die Belastung $L_B$ zugeschaltet. Dabei fliesst ein Teil des Generatorstromes durch den Kondensatorkreis und lädt die Kapazität um, während der andere Teil auf die Belastung abgezweigt wird. Deshalb steigt der Belastungsstrom von seinem Nullwert zunächst sanft an.

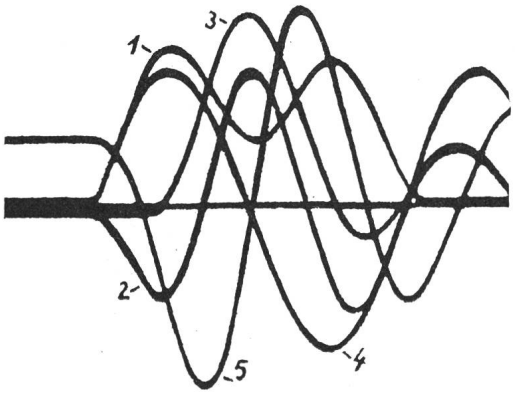



Fig. 2

**Oszillogramm der Ströme und Spannungen**

*1* Generatorstrom; *2* Kondensatorstrom; *3* Belastungsstrom; *4* EMK des Stosskurzschlussgenerators; *5* Spannung an der Kapazität

Eine solche Form des Stromverlaufs ist meistens erwünscht für den Aufbau von Magnetfeldern für die Steuerung bei Partikelbeschleunigern. Im Augenblick der Umpolung der Generator-EMK gibt die Kondensatorenbatterie ihre ganze aufgespeicherte Energie an die Belastung ab. Ausserdem wird an die Belastung $L_B$ der Teil der Energie abgegeben, der in den Streufeldern des Generators aufgespeichert war.

Fig. 2 zeigt ein Oszillogramm der Ströme und der Spannungen in den einzelnen Teilen der Schaltung, das unter folgenden Bedingungen aufgenommen wurde:

$L_G = L_B$ (siehe Fig. 1)

$U_{Co} = 0{,}5\,E_m$, wobei $E_m$ = Maximalwert der Generator-EMK

$r/x = 0{,}05$, wobei $r/x$ = Verhältnis des Ohmschen Widerstandes zur Reaktanz des Stromkreises

$\nu^2 = 3{,}5$, wobei $\nu^2 = \omega_k^2/\omega^2$

wenn

$\omega_k$ = Resonanz-Kreisfrequenz des Stromkreises mit $L_G$, $C$ und $L_B$

$\omega$ = Kreisfrequenz der Generator-EMK

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Verwendung einer Hilfskapazität zu einer bedeutend höheren Ausnutzung der elektromagnetischen Energie eines Stosskurzschlussgenerators führt.

Bei Vorhandensein einer Hilfskapazität wird die an die Belastung abgegebene Energie 2...4mal grösser als nach der Schaltung ohne Kapazität.

Die Energie, für die die Kondensatorenbatterie auzulegen ist, beträgt 25...30 % der an die Belastung abzugebenden Energie. Für die Aufladung der Kondensatoren genügen relativ bescheidene Energiequellen.

*G. v. Boletzky*

## Die Beleuchtung als Teil der Raumkonditionierung

628.977:628.8

[Nach *H.-W. Bodmann:* Die Beleuchtung als integrierter Bestandteil der Raumkonditionierung. Lichttechnik 19(1967)7, S. 79A...84A]

Optimale Seh- und Arbeitsbedingungen erfordern Beleuchtungsstärken von 1000...2000 lx; die dadurch verbundene Wärmeerzeugung bzw. ihre Beseitigung aus grossen Innenräumen macht die Beleuchtungsanlage ebenso zu einem Bestandteil der Raumkonditionierung wie die Anlagen für Heizung, Kühlung, Lüftung und Geräuschbeseitigung. In grossen Verwaltungsgebäuden sind in Mitteleuropa für die gesamte Raumkonditionierung mit Anlagekosten von etwa 200 DM/m² und mit Jahresbetriebskosten von 40 DM/m² zu rechnen, was einen beträchtlichen Teil der Gebäudekosten ausmacht. Einsparungsmassnahmen drängen sich auf.

Die heutige Bauweise erheischt z. B. für ein Beleuchtungsniveau von 1000 lx in Innenzonen von Grossräumen bei einer mittleren Personen- und Maschinenbelegung und für eine Temperaturdifferenz von 6 °C zwischen Zuluft- und Raumtemperatur einen zehnfachen Luftwechsel in der Stunde. Die Lüftungsforderungen sind noch höher, wenn die Fensterzonen einbezogen werden. Dazu kommt, dass die Aufheizung der Leuchten den Lichtstrom der eingebauten Fluoreszenzlampen vermindert und die Lebensdauer der Vorschaltgeräte verkürzt.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die Anlagen für Beleuchtung, Heizung, Belüftung und Akustik zu wenig koordiniert geplant und erstellt werden. Deshalb sind Wege zu einer Gesamtlösung notwendig, und von diesen ist die Verwendung luftführender Leuchten ein bedeutsamer Schritt. Die Luft der ventilierten Räume tritt mit einer Temperatur von etwa 25 °C in die Leuchten ein, umspült Lampen und Vorschaltgeräte und gelangt dann

in die Klimaanlage. Dadurch herrschen für Lampen und Geräte optimale Betriebsvoraussetzungen; auch wird die Verstaubung vermindert.

Neben diesen lichttechnischen Vorteilen ergeben sich zusätzlich Auswirkungen auf die Raumkonditionierung, indem durch die Absaugung der Raumluft durch die Leuchten auch ein Teil der Wärme der Lampen und Vorschaltgeräte abgeführt wird, so dass die Kühllast des Raumes vermindert werden kann und Einsparungen der Lüftungs- und Kühlanlagen möglich sind.

Um kombinierte Beleuchtungs- und Lüftungssysteme projektieren und erstellen zu können, ist es notwendig, das Verhalten belüfteter Leuchten zu kennen und dazu braucht es Messeinrichtungen, mit denen sich die Arbeitsdiagramme der Leuchten ermitteln lassen. Diese zeigen für eine bestimmte Einlauftemperatur der Luft die Abhängigkeit der aufgenommenen Leistung, des Leuchtenlichtstromes und des Raumanteiles der Leistung vom Luftdurchsatz. Das Verhalten der Leuchten wird durch Luftmenge, Einlauftemperatur, Luftführung in der Leuchte, sowie deren Bauart und Material und durch die Lampenart beeinflusst.

Zwischen der Kühllast, bedingt durch Beleuchtung, Personen, Maschinen, Einstrahlung von aussen usw. und der Kühlkapazität der Zuluft bestehen Zusammenhänge, die in Diagrammen dargestellt werden und wichtige Projektierungsunterlagen liefern, wie z. B. die für eine bestimmte Beleuchtungsstärke notwendige elektrische Leistung in W/m² und die Gesamtluftmenge bei bestimmter Zulufttemperaturdifferenz.

Die Temperatur der Raumbegrenzungsfläche ist für das Strahlungsklima auch zu berücksichtigen, weil der Mensch im ständigen Strahlungsaustausch mit der Umgebung steht. Die Bestrahlungsstärke durch die Beleuchtung soll daher in Kopfhöhe etwa 40 W/m² nicht überschreiten. Wichtig ist die Berücksichtigung von Luftbewegungen, bedingt durch Einblasung und Absaugung, Luftströmungen durch Hindernisse im Raum, Entstehung von Kaltluftstrahlungen durch Ablenkung der Luft an Wärmestauungen usw. sowie die Einhaltung bestimmter Temperaturen und Luftgeschwindigkeiten in Aufenthaltszonen. Alle diese Einflussfaktoren beeinträchtigen das Wohlbefinden des Menschen und damit die Leistung und Güte seiner Arbeit. *J. Guanter*

## Beleuchtung für Fussball und Handball

628.971.7

[Nach *LiTG-Fachausschuss «Sportstättenbeleuchtung»:* Beleuchtung für Fussball, Handball und Rugby. Lichttechnik 19(1967)9, S. 105A...112A]

Die zweite Arbeit des Ausschusses «Sportstättenbeleuchtung» der deutschen Lichttechnischen Gesellschaft umfasst Empfehlungen für die Beleuchtung von Spielfeldern für Fussball, Handball und Rugby und bezieht sich auf Plätze mit folgenden Fassungsvermögen:

| | |
|---|---|
| Trainings- und Wettspielplätze | bis etwa 3 000 Zuschauerplätze |
| Stadien: kleine | bis etwa 30 000 Zuschauerplätze |
| mittlere | bis etwa 60 000 Zuschauerplätze |
| grosse | über 60 000 Zuschauerplätze |

Ferner sind die unterschiedlichen mittleren Reflexionsgrade $\varrho_m$ verschiedener Spielflächen, wie Sand, Schotter ($\varrho_m = 0{,}1...0{,}15$), Schlackenasche und Rasen ($\varrho_m = 0{,}15...0{,}25$, je nach Schnitt und Feuchtigkeit) berücksichtigt.

Bei der Projektierung ist es zweckmässiger, nicht vom Fassungsvermögen der Sportanlagen, sondern von den maximalen Sehentfernungen auszugehen. Für die Spieler liegen die wesentlichen Entfernungen unter 100 m, und unter Zugrundelegung einer Wahrnehmungsgeschwindigkeit von 10 $s^{-1}$ und eines fovealen Zapfensehens hat die Leuchtdichte eines Spielfeldes mindestens 10 asb zu betragen, was bei $\varrho_m = 0{,}125$ einer mittleren Beleuchtungsstärke $E_m = 80$ lx und bei $\varrho_m = 0{,}25$ einer solchen von 40 lx entspricht.

Für den Zuschauer kommen weitere Einflussfaktoren hinzu, wie z. B. der von der Entfernung variierende Sehwinkel, unter welchem der Ball gesehen wird, der ebenfalls variierende Kontrast zwischen Ball und Spielfeld, die wachsende Wirkung der Vertikalbeleuchtungsstärke auf dem Ball bei grossen Entfernungen und die Unterschiede, die zwischen den theoretischen Untersuchungen und den praktischen Erfahrungen bestehen (Praxisfaktoren). Die Berücksichtigung dieser und weiterer Einflüsse führt

*Empfohlene mittlere Horizontalbeleuchtungsstärken*
(Betriebswerte)

Tabelle I

| Sehentfernung m | Mittlere Beleuchtungsstärke $E_m$ lx |
|---|---|
| bis etwa 120 | 100...200 |
| bis etwa 160 | 200...400 |
| bis etwa 200 | 400...800 |

zu den in der Tabelle I abgestuften Beleuchtungsstärken in Abhängigkeit von der Sehentfernung.

Die unteren Werte sind Mindestwerte, bei den oberen Werten ergeben sich merklich verbesserte Sehbedingungen. Die Gleichmässigkeit der Beleuchtungsstärke $E_{min}$: $E_m$ soll 1:1,5 nicht unterschreiten, auch sollte der Zuschauerbereich genügend aufgehellt sein. Damit hohe Bälle sichtbar bleiben, muss die vertikale Beleuchtungsstärke über dem Spielfeld ausreichend hoch sein.

Bei der Forderung nach Blendungsbeschränkung ist zwischen den Gegebenheiten für Zuschauer und Spieler zu unterscheiden. Eine völlig blendungsfreie Anlage für die Zuschauer wäre möglich, doch lässt sie sich wegen der verlangten Aufhellung des Zuschauerbereiches doch nicht ganz erfüllen; immerhin soll eine erträgliche psychologische Blendung nicht überschritten werden. Für den Spieler ist die Blendung wegen der notwendigen relativ hohen Vertikalbeleuchtungsstärke und der stets wechselnden Blickrichtung des Spielers grundsätzlich nicht vermeidbar, doch lässt sich mindestens bezüglich der physiologischen Blendung ein Gütemerkmal durch Festlegung von zulässigen Blendfaktoren $\varphi$ aufstellen, die an Hand von Messungen an bestehenden Beleuchtungsanlagen gemäss Tabelle II ermittelt wurden.

*Zulässige Blendfaktoren*

Tabelle II

| Sehentfernung m | Zulässige Blendfaktoren $\varphi$ |
|---|---|
| bis 125 | — |
| 150 | 0,12 |
| 175 | 0,10 |
| > 175 | < 0,10 |

Die Forderung einer angemessen guten Farbwidergabe bestimmt die in Frage kommenden Lichtquellen. Wenn Fernsehaufnahmen ohne Zusatzbeleuchtung möglich sein sollen, dann ist für Schwarzweiss-Aufnahmen eine Horizontalbeleuchtungsstärke von 250 lx erforderlich und für farbige Aufnahmen noch beträchtlich mehr. Fernsehgeeignete Filmaufnahmen benötigen Beleuchtungsstärken von 500...800 lx.

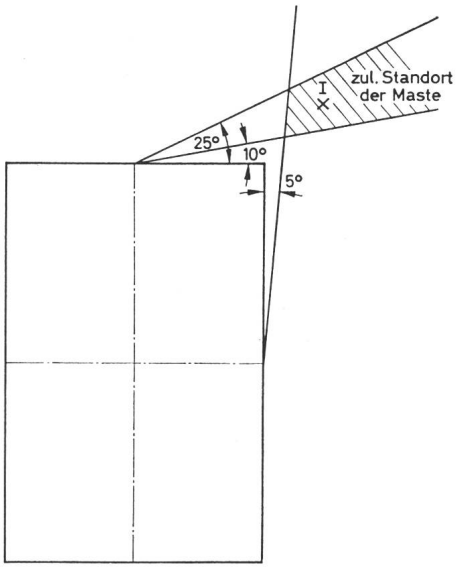



Fig. 1
**Standort der Maste bei 4 Mast-Diagonalanordnung für Fussball- und Handballstadien**

Die Zahl der Maste, auf denen sich die Leuchten mit den Lampen befinden, richtet sich nach der Grösse und Bedeutung der Anlage. Bei Trainings- und kleinen Wettspielplätzen für Fussball und Handball sind auf jeder Längsseite 3...4 Maste aufzustellen, bei kleineren Rugby-Spielanlagen 5 Maste und bei grossen Anlagen 4 oder gar nur 3 Maste, sofern der Abstand der Maste vom Spielrand 10...25 m beträgt.

Für Fussballstadien ist die bekannte 4-Mast-Diagonalanordnung empfehlenswert; die Maste werden mit Vorteil hinter den Rängen aufgestellt. Der ideale Standort der Maste ist aus Fig. 1 ersichtlich. Die Masthöhe $h$ errechnet sich aus der Formel:

$$h = a \operatorname{tg} \beta + 1{,}5$$

worin:

$a$ Abstand in m von der Spielfeldmitte bis Fusspunkt des Lotes von der Mitte des Leuchtenfeldes auf dem Mast;

$\beta$ Winkel in der Spielfeldmitte zwischen der Horizontalen durch die Augenhöhe des Spielers und der Verbindungslinie zur Mitte des Leuchtenfeldes;

*1,5* Augenhöhe des Spielers über dem Spielfeld in m.

*Beispiel:* Für einen mittleren Reflexionsgrad des Spielfeldes $\varrho_m = 0{,}25$ und einen Blendfaktor $\varphi = 0{,}1$ ist die Masthöhe $h = 0{,}4a + 1{,}5$.

Die Einhaltung betriebstechnischer Gesichtspunkte bezüglich Leuchten, Maste, Installation und Wartung ist wichtig; so sollten z. B. bei den Leuchten ihre einmal festgelegten Einstellungen sich leicht wiederfinden lassen, damit Wartungs- und Instandstellungsarbeiten einfach und schnell ausgeführt werden können. *J. G.*

## Verhalten der Papier/Öl-Isolation im Frequenzbereich von 50...1000 Hz

621.315.614.6

[Nach *D. S. Warschawskij* und *N. G. Kalantar:* Einfluss der Frequenz des Wechselstromes auf das Verhalten der Papier/Öl-Isolation bei beschleunigten Untersuchungen, Elektritschestwo -(1967)7, S. 70...73]

Bei der Papier/Öl-Isolation in Kondensatoren für Wechselspannung ist das Öl gegenüber dem Papier entsprechend seiner niedrigeren Dielektrizitätskonstanten elektrisch stärker beansprucht. Deswegen wird das Verhalten des Kondensatorendielektrikums aus ölimprägniertem Papier bei Wechselspannung in erster Linie durch das Verhalten des Öles bestimmt. Eine eingehende Nachprüfung der Verhältnisse für den Frequenzbereich von 50...1000 Hz war aus praktischen Gründen besonders interessant.

Die Stabilität des Öles im elektrischen Wechselfeld wird gewöhnlich auf Grund seines Gasverhaltens beurteilt. Das Verhalten des Kondensatordielektrikums dagegen wird am zuverlässigsten auf Grund von Lebensdauerversuchen bestimmt. Deshalb wurden diese beiden Methoden den Untersuchungen zugrundegelegt.

Die künstliche Alterung der Papier/Öl-Isolation bei verschiedenen Frequenzen wird tatsächlich durch das entsprechende Alterungsverhalten des Imprägnieröles bestimmt. Bei Steigerung der Wechselspannungsfrequenz im Bereich von 50...1000 Hz erhöht sich der Gasfestigkeitsgrad von Ölen hoher Gasfestigkeit, während Öle geringer Gasfestigkeit eine weitere Herabsetzung ihrer Gasfestigkeit erfahren. Öle mittlerer Gasfestigkeit bei einer Frequenz von 50 Hz können bei höheren Frequenzen ihre Gasfestigkeit verlieren, so dass es für eine mehr zuverlässige und schnelle Beurteilung des Gasverhaltens von Ölen als zweckmässig erscheint, die Frequenz bei der Untersuchung von 50 auf 100 Hz, in Zweifelsfällen sogar bis auf 500 Hz heraufzusetzen.

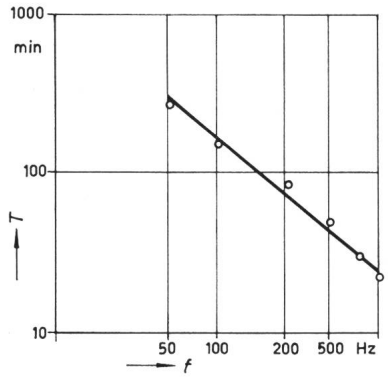



Fig. 1
**Einfluss der Frequenz $f$ der angelegten Spannung auf die Lebensdauer $T$ (Zeit bis zum Beginn der Gasabspaltung) eines Öles mit schlechtem Gasverhalten beim Gasfestigkeitsversuch**

Die Alterung der Papier/Öl-Isolation unter Ionisationsbedingungen bei verschiedenen Frequenzen wird ebenfalls durch das entsprechende Verhalten des Imprägnieröles bestimmt, das seinerseits von der Kohlenwasserstoffstruktur des Öles abhängt. Für die Abhängigkeit der Lebensdauer $T$ von der Frequenz $f$ bei künstlicher Alterung gilt die empirische Formel

$$T = Cf^{-k}$$

in der $C$ und $k$ Konstanten sind (Fig. 1). *G. v. B.*

## Laboratoriumsversuche und Betriebsverhalten von inhibierten Isolierölen

621.315.615.2

[Nach *D. H. Shroff* und *A. C. M. Wilson:* Laboratory assessment and service performance of inhibited insulating oils. Proc. IEE, 114(1967)6, S. 817...823]

Die Oxydationsbeständigkeit von inhibierten Isolierölen wird gewöhnlich im Laboratorium unter stark beschleunigten Alterungsbedingungen geprüft. In der Praxis ist aber das Verhalten der inhibierten Öle nicht so gut, wie auf Grund der Versuchsergebnisse hätte erwartet werden können. In manchen Fällen ist es sogar kaum besser als das Verhalten der Basisöle. Diese überraschende Tatsache kann dadurch erklärt werden, dass die beschleunigten Alterungsversuche nicht bei derselben Sauerstoffkonzentration und nicht beim gleichen Kupfer/Ölverhältnis erfolgen, wie sie in der Praxis auftreten. Inhibitoren sind dann am wirksamsten, wenn hohe Sauerstoffkonzentrationen vorliegen und wenn das Kupfer/Ölverhältnis hoch ist. Die Beifügung von Metall-Passivatoren erhöht die Wirksamkeit von Inhibitoren. Fig. 1 zeigt den Einfluss des Kupfer/Ölverhältnisses auf die Alterung von drei verschiedenen Ölen bei unterschiedlichen Temperaturen. Bei höheren Temperaturen zwischen 110 und 140 °C ist die Verbesserung durch Inhibitoren gering, während ihre beste Wirksamkeit bei 85 und 90 °C liegt. Im Versuchsgefäss wird auch diese Verbesserung nur bei einem hohen Kupfer/Ölverhältnis erzielt, während bei kleinem Verhältnis das Basisöl praktisch dieselbe Alterung ergibt.

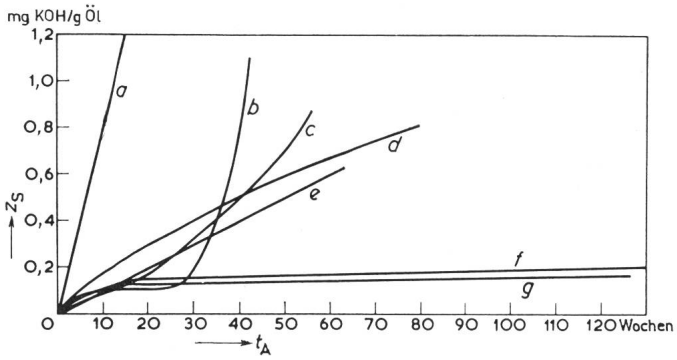



Fig. 1
**Einfluss des Kupfer-Öl-Verhältnisses auf die Lebensdauer von Isolieröl**
$Z_S$ Säurezahl; $t_A$ Alterungsdauer

| Kurve | Öl | °C | | Kupfer/Öl-verhältnis |
|---|---|---|---|---|
| *a* | 1 | 85 | nicht inhibiert | 5 |
| *b* | 3 | 100 | inhibiert mit DBPC | 5 |
| *c* | 3 | 100 | inhibiert mit DBPC | 0,1 |
| *d* | 1 | 100 | nicht inhibiert | 0,1 |
| *e* | 1 | 90 | nicht inhibiert | 0,1 |
| *f* | 3 | 90 | inhibiert mit DBPC | 0,1 |
| *g* | 3 | 85 | inhibiert mit DBPC | 5 |

Ein Zusammenhang zwischen der Säurezahl und dem spezifischen Widerstand scheint bei inhibierten und passivierten Ölen sowie Ölen unter einem Stickstoffpolster nicht zu bestehen.

Der günstige Einfluss des Luftabschlusses bei längerer Versuchsdauer wird besonders deutlich und übersteigt die Wirkung der Inhibitoren wesentlich.

Die Betriebsbedingungen der meisten Verteiltransformatoren sind heute nicht so schwer, dass sich die allgemeine Verwendung von inhibierten Ölen aufdrängt. Ausnahmen bilden einige stark belastete Netztransformatoren und Grundlast-Generatortransformatoren. In diesen Fällen kann die Lebensdauer des Öles durch Inhibierung spürbar verlängert werden. Änderungen im Bau von Transformatoren mit dem Zweck wärmebeständigere Isoliermaterialien zu verwenden, führen dazu ein Stickstoffkissen als Luftabschluss vorzusehen. Hier kann eine Inhibierung noch einen zusätzlichen Schutz bieten. Aber auch die Schaffung eines Luftpolsters kann bei Hochspannungstransformatoren zu neuen Problemen führen. da die Gaslöslichkeit des Öles zur Ausscheidung von Gasblasen aus gesättigten Ölen führen kann, wenn beim Durchlauf durch die Ölpumpen starke Strömungen oder starke Temperaturstürze auftreten. Das Auftreten von Gasblasen kann elektrische Entladungen hervorrufen, welche die Isolation entscheidend schwächen. *A. Baumgartner*

## Technischer Stand der direkten digitalen Regelung

62—551.3

[Nach *A. Schöne:* Zum technischen Stand der direkten digitalen Regelung. Regelungstechn. 15(1967)7, S. 297...303]

Bei der direkten digitalen Regelung (DDC) steuert ein digitaler Prozessrechner «time shared», d. h. zeitlich nacheinander verschiedene Regelkreise, in denen er auch prozessgekoppelte Optimierungen durchführen kann. Eine Hauptsorge der Anwender ist die Aufrechterhaltung des geregelten Betriebes bei Ausfall des eingesetzten Rechners. In vielen Fällen genügt es, die Stellsignale in, vom Rechner unabhängigen Geräten, zu speichern, wobei nur Stellgrössenänderungen ausgegeben werden. Bei schätzungsweise 20 bis 25 % der Regelkreise verfahrenstechnischer Anlagen reicht ein einfaches Beibehalten konstanter Stellgrössen nicht mehr aus. Verbesserte Methoden wie parallel zum Rechner laufende Analogregler, analoge Abtastregler oder Mehrfachrechner-Systeme müssen dafür eingesetzt werden. Ein- und Ausgabegeräte sollten weitgehend selbständig arbeiten, ohne Beeinflussung des Programmablaufs im Zentralrechner.

In den letzten 10 Jahren haben sich, bei sinkenden Preisen, die Arbeitsgeschwindigkeiten der Prozessrechner vertausendfacht, somit können Hunderte von Regelkreisen gleichzeitig gesteuert werden.

Regelungen mit digital Rechnern erlauben die Speicherung von Regelabweichungen vorangehender Zeitpunkte und die Berechnung der notwendigen Stellgrössen oder deren Änderungen mit Anpassung an das dynamische Verhalten der Regelstrecken, wobei im Laufe der Zeit Verbesserungen ohne gerätetechnischen Aufwand eingeführt werden können. Nichtlineare Kennlinien von Messwertgebern können im Regelalgorithmus berücksichtigt werden. Die Vermaschung von Regelkreisen beeinflusst die Gerätetechnik nicht, sie erfolgt über die Programmierung in den Regelalgorithmen.

Die DDC ist anpassungs- und erweiterungsfähig, ausgerüstet mit Integrationsmöglichkeiten für die Datenverarbeitung und Systemoptimierung. *H. Baumann*

## Elektronische Betriebsregelung der Netze

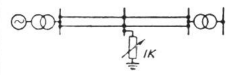
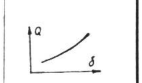
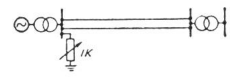
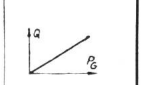
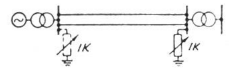
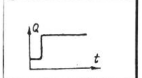
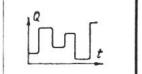
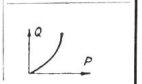
621.316.13:621.316.722.1

[Nach *W. A. Wenikow* und *L. A. Shukow:* Betriebsregelung elektrischer Systeme und Energieübertragungen auf weite Distanzen sowie Erhöhung ihrer Stabilität mit Hilfe gesteuerter statischer Blindleistungsquellen, Elektritschestwo –(1967)6, S. 8...13]

Die Anwendung der modernen elektronischen Umformertechnik in Wechselspannungs-Energieversorgungssystemen ist vorläufig noch auf Regeleinrichtungen für die Erregung elektrischer Maschinen beschränkt. In den letzten Jahren wird am Forschungslaboratorium des Moskauer Energetischen Instituts auf das Ziel hingearbeitet, statische gesteuerte Blindleistungsquellen (BQ) unter Verwendung von Ionen- und Halbleiterventilen zu entwickeln.

*Prospektive Anwendungsgebiete der «Ionen-Kompensatoren» in Netzen*

Tabelle I

| Aufgabe des geregelten «Ionen-Kompensators» (IK) | Anschlußschema | Arbeits-Charakteristik des «Ionen-Kompensators» |
|---|---|---|
| Erhöhung der Durchgangsleistung von Energieübertragungen auf weite Entfernungen |  |  |
| Blindleistungslieferung durch Kraftwerke mit Synchron- oder Asynchron-Generatoren |  |  |
| Blindlaststeigerung zur Stabilitätserhöhung |  |  |
| Herabsetzung von Spannungsschwankungen bei Belastungsstössen | |  |
| Blindleistungslieferung in Umrichter-Stationen | |  |

$Q$ die durch die IK gelieferte Blindleistung
$\delta$ Phasenverschiebung zwischen der Spannung am Anfang und am Ende der Übertragungsleitung
$P_G$ die von den Generatoren gelieferte Wirkleistung
$P$ Wirkleistung
$t$ Zeit

Diese Einrichtungen werden auch «Ionen-Kompensatoren» genannt.

Die gesteuerten statischen BQ dieses Typs können auf vielen Gebieten der elektrischen Energiewirtschaft und des elektrischen Antriebes von Nutzen sein. Ihre charakteristischen Eigenschaften — Trägheitsfreiheit und Stufenlosigkeit des Regelvorganges — lassen eine bedeutende technisch-wirtschaftliche Wirksamkeit in folgenden Anwendungsfällen erwarten:

1. In Energieübertragungen grosser Leistung auf weite Entfernungen als Regeleinrichtungen für eine Shunt-Kompensation, die eine Stabilitätserhöhung und eine entsprechende Vergrösserung der möglichen Übertragungsleistung bewirkt.

2. Zur Lieferung der benötigten Blindleistung durch Elektrizitätswerke mit Generatoren, die für kleine Erregerströme gebaut sind, oder mit Generatoren, deren Erregung aus irgendwelchen Gründen nicht geregelt werden soll, wie z. B. bei gekapselten Wasserkraftgeneratoren. Dabei kann die Regelung statt des Generators von der BQ übernommen werden.

3. Zur Stabilitätserhöhung elektrischer Systeme durch ultraschnelle Blindlaststeigerung in den Schwerpunkten der Belastung und an den Sammelschienen der Kraftwerke.

4. Als Mittel zur Beseitigung der betrieblichen Schwankungen in den Netzen oder bei einzelnen Verbrauchern infolge von Belastungsstössen.

5. Zur Ermöglichung des Einsatzes von Asynchrongeneratoren. In diesem Falle sorgen die gesteuerten statischen BQ für das Gleichgewicht der Blindleistung an den Sammelschienen der Kraftwerke bei vorgegebener Spannung.

6. Als schnellwirkende Regelungsquelle der Blindleistung für Umrichter und Umformer aller Art.

Die aufgezählten Anwendungsgebiete für die BQ sind in der Tabelle I durch Diagramme des erwarteten Verlaufs ihrer Blindleistung veranschaulicht. In jedem der angegebenen Fälle müssen die geeigneten «Ionen-Kompensatoren» noch entwickelt, ihre technischen und technisch-wirtschaftlichen Charakteristiken abgeklärt, das zweckmässige Regelungsprogramm festgelegt und die Wirkung seiner Anwendung bewertet werden.

Die bisher angestellten mathematisch belegten Überlegungen führen zum Schluss, dass die Anwendung statischer gesteuerter Blindleistungsquellen als eine mögliche Lösung vieler komplexer Probleme anzusehen ist, die in modernen elektrischen Systemen auftreten und durch die heute benutzten technischen Mittel nicht gelöst werden können. *G. v. B.*

# Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

## Das Twintron, ein neuer elektromechanischer Resonator

621.373.1

[Nach *H. Baker* und *J. R. Cressey:* H-shaped resonators signal upturn in tone telemetring. Electronics 40(1967)20, S. 99...106]

Benötigt man Selektivkreise für tiefe Frequenzen, so erreicht man mit elektromechanischen Anordnungen die höchste Güte, d. h. die kleinste Bandbreite. Ein neues vielversprechendes Element ist das Twintron. Es verdankt seine guten Eigenschaften vor allem der klaren räumlichen Trennung von Feder und schwingender Masse (Fig. 1).

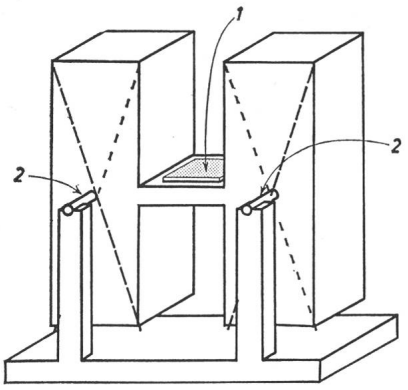



Fig. 1
**Aufbau des Twintron**
——— erste Halbwelle ----- zweite Halbwelle
*1* piezoelektrischer Transducer; *2* Knotenachse

Das Twintron hat die Form eines H. Die beiden Massen schwingen im Gegentakt um die Knotenachse. Der Zwischensteg wirkt als Feder. Da die Lager in der Knotenachse liegen sind die Verluste sehr klein. Die Drehung der Achse bei normalem Schwingungsmodus beträgt ca. 0,1...0,2°. Die Lager liegen in Gummi oder werden fest mit der Unterlage verbunden. Man erreicht Gütefaktoren $Q$ über 5000. Wird das Twintron aus einer Nickel-Chrom-Stahllegierung hergestellt, so ist die relative Änderung der Resonanzfrequenz kleiner als $10^{-6}/°C$. Twitrons sind für Resonanzfrequenzen von Bruchteilen eines Hertz bis zu 20 kHz erhältlich. Die Resonanzfrequenz kann durch Drehung versenkter Schrauben um ca. ± 20 % verstellt werden. Es gibt auch Twintrons, deren Resonanzfrequenz bis 1:10 variiert werden kann, allerdings ist dann $Q$ viel kleiner. Ein Twintron kostet ca. 5...25 $, je nach dem gewünschten $Q$.

Der Transducer wandelt die mechanische Energie in elektrische um und umgekehrt. Es könnten elektromagnetische oder magnetostriktive Transducer verwendet werden. In Verbindung mit dem Twintron ist aber der piezoelektrische Transducer am vorteilhaftesten. Er wird auf den Zwischensteg montiert. Es können mehrere Transducer z. B. für Ein- und Ausgang oder für Phasendrehung um 180° verwendet werden. Durch Vorspannung des Transducers kann die Resonanzfrequenz elektrisch um ± 1 % geändert werden.

Mögliche Anwendungen des Twintron sind: Oszillatoren, Coder und Decoder, FM-Diskriminatoren, Filter mit zwei Ausgängen, wobei eine bestimmte Frequenz an einem Ausgang durchgelassen, am andern gesperrt wird.

Eine der interessantesten Anwendungen des Twintron ist das «Echo-System». Es ist ein passives Überwachungssystem, das über eine einzige Telephonleitung bis zu 1000 Schaltstellen auf ihren Zustand kontrollieren kann. Das ist möglich dank der hohen Güte, d. h. kleinen Bandbreite eines Twintronfilters. An jeder Aussenstation wird das bestimmte Twintron an die Leitung angeschalten oder nicht, je nach dem anzuzeigenden Zustand. Die Zentrale sendet zuerst die Twintronfrequenz aus und wartet dann auf das «Echo». Ist der Schalter zum Twintron geschlossen, so beginnt es auf seiner Resonanzfrequenz zu schwingen und aus dem «Echo» kann die Zentrale auf den Schalterzustand schliessen. Dieses System kann benützt werden zur Fernablesung von Elektrizitätszählern, Überwachung des Lampenzustandes von Signalampeln usw.

*H. P. von Ow*

## Elektronischer Zeitgeber

621.374.33

[Nach *G. L. Jackson:* Wide-Range Electronic Timer. Electronics Wld 78(1967)5, S. 56...57]

Im Prinzip bestehen die meisten elektronischen Zeitgeber aus einem *RC*-Glied und einem daran angeschlossenen Verstärker. Um eine störende Beeinflussung des *RC*-Gliedes durch den Verstärker zu vermeiden, muss dieser einen möglichst hohen Eingangswiderstand aufweisen.

Ein Verstärker mit solcher Eigenschaft lässt sich in vorteilhafter Weise unter Verwendung eines Feldeffekt-Transistors gewinnen, der bekantlich einen hohen Eingangswiderstand aufweist. Der Feldeffekt-Transistor wird von der Spannung am Kondensator des *RC*-Gliedes gesteuert, der über einen Schalter aus einer Batterie aufgeladen wird (Fig. 1). Während des Ladevorganges ist der Feldeffekt-Transistor leitend.

Wird infolge eines Eingangssignals der Schalter umgelegt, dann beginnt sich der Kondensator über den Widerstand zu entladen, und der Feldeffekt-Transistor wird gesperrt. Dadurch wird eine dem Feldeffekt-Transistor nachgeordnete Verstärkerstufe durchgesteuert und damit ein Ausgangsimpuls erzeugt.

Der Feldeffekt-Transistor bleibt solange gesperrt, bis die Spannung am Kondensator unter die «pinch-off»-Spannung des Feldeffekt-Transistors abgesunken ist. Danach wird er wieder leitend, wodurch die nachgeordnete Verstärkerstufe blockiert wird; der Ausgangsimpuls ist beendet.

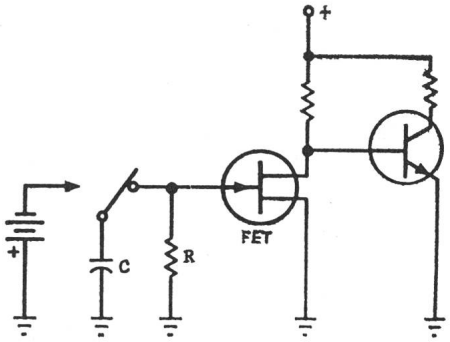



Fig. 1
**Elektronischer Zeitgeber mit Feldeffekt-Transistor (FET)**
*C* Kondensator des *RC*-Gliedes; *R* Widerstand des *RC*-Gliedes

Durch eine geeignete Ausbildung des *RC*-Gliedes, vor allem durch Umschaltung von einem *RC*-Glied auf ein anderes, lassen sich Zeitverzögerungen bzw. Impulse mit einer Dauer von einer Sekunde bis zu fünf Minuten erreichen.

*D. Krause*

## Schaltungen mit Konstantstrom-Dioden

621.382.323.062

[Nach *D. E. Lancaster:* Using the new constant-current diodes. Electronics Wld. 77(1967)4, S. 30, 31, 78]

Konstantstrom-Dioden sind neuartige elektronische Bauelemente mit der vorteilhaften Eigenschaft, einen konstanten Strom bei sich in einem verhältnismässig grossen Bereich ändernder Klemmenspannung zu führen; diese Dioden zeigen also eine gegenüber den Zenerdioden umgekehrte Wirkungsweise.

Bei den Konstantstrom-Dioden handelt es sich im Grunde genommen um Feldeffekt-Transistoren, bei denen Steuer- und Quellelektrode kurzgeschlossen sind. Solchermassen geschaltete Feldeffekt-Transistoren weisen nämlich in ihrer Strom-Spannung-Kennlinie einen Bereich konstanten Stromes auf, der sich von der

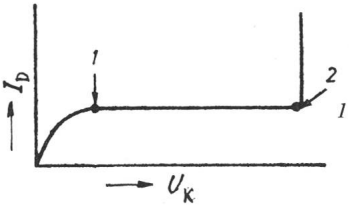



Fig. 1
**Kennlinie der Konstantstromdiode**
*1* Pinch-off-Spannung; *2* Durchbruchspannung; $I_D$ Drainstrom; $U_K$ Klemmenspannung

«pinch-off»-Spannung bis zur Durchbruchspannung erstreckt (Fig. 1).

Dimensioniert man einen solchen Feldeffekt-Transistor im Hinblick auf ein günstiges Konstantstrom-Verhalten derart, dass seine «pinch-off»-Spannung sehr niedrig und seine Durchbruchspannung sowie eine dynamische Impedanz sehr hoch ist, dann erhält man eine Konstantstrom-Diode.

Eine solche Diode lässt sich mit Vorteil in die verschiedensten Schaltungen einführen, z. B. in ein Transistor-Prüfgerät, um einen konstanten Basisstrom zu erzeugen, der von Schwankungen der Betriebsspannung unabhängig ist.

Auch in Differentialverstärkern mit Transistoren bringt der Einsatz der neuartigen Konstantstrom-Diode Vorteile (Fig. 2); denn durch eine einzige Diode dieser Art lassen sich die sonst zur

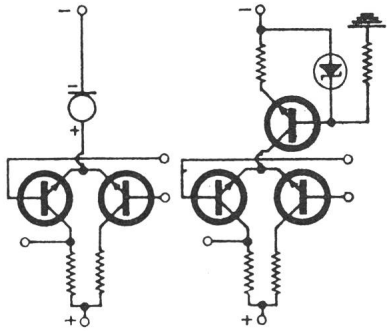


Fig. 2
**Differentialverstärker mit Konstantstrom-Diode**

Gewinnung des konstanten Emitterstromes benötigten Schaltungselemente (ein Transistor, eine Zenerdiode und zwei Widerstände) einsparen.

Mit besonderem Vorteil kann eine Konstantstrom-Diode auch mit einem Kondensator kombiniert werden, um hochlineare Sägezahn- oder Kippschwingungen zu erzeugen. Die hohe Linearität wird dadurch erreicht, dass der sich bei üblichen RC-Schaltungen während des Ladevorganges ändernde Spannungsabfall am Ladewiderstand bei Verwendung einer Konstantstrom-Diode ohne Einfluss ist, da der Strom durch die Diode vom Spannungsabfall an der Diode unabhängig bleibt. *D. K.*

## Photoionisierung und der Aufbau der Elektronenhülle von Molekülen

537.563 : 539.183.3

[Nach *W. C. Price:* Photoionisierung und der Aufbau der Elektronenhülle von Molekülen. Endeavour 26(1967)98, S. 75...78]

Eine wichtige Grösse für Untersuchungen an Systemen von Atomen und von Molekülen ist die Bindungsenergie der Elektronen in ihren verschiedenen Orbitalen. Die Orbitalen kann man als Doppelkugeln (Fig. 1) darstellen. Die beiden Kugeln berühren sich mit entgegengesetztem Vorzeichen im Ursprung. Eine Einrichtung zur Messung der Bindungsenergie (Fig. 2) besteht aus einer Ionisierungskammer, in der zwei zylindrische, engmaschige Gitter eingebaut sind. Um die Gitter ist eine Auffangelektrode, ein Kollektor, angeordnet. Von unten kommt aus einer Helium-Entladungslampe Licht mit Photonen der Energie 21,21 eV, entsprechend der Resonanzlinie des Helium von 58,4 nm, durch eine Kapillare in Form eines schmalen Bündels in die Ionisierungskammer. Die Trennung von Ionisierungskammer und Entladungs-

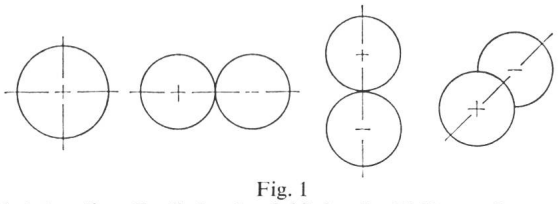


Fig. 1
**Die bahnartigen Zustände oder Orbitalen der Elektronen kann man durch Doppelkugeln darstellen**
Die Kugeln berühren sich mit entgegengesetztem Vorzeichen im Ursprung

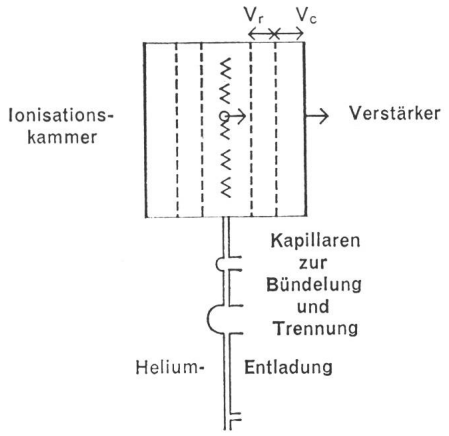



Fig. 2
**Anordnung zur Messung der Bindungsenergien von Elektronen in den verschiedenen Orbitalen**
Zwischen den beiden Gittern der Ionisationskammer liegt die Verzögerungsspannung $V_r$, zwischen dem äusseren Gitter und der Auffangelektrode die Kollektorspannung $V_c$

röhre wird dadurch erreicht, dass man in der Kapillare zwischen Entladungsröhre und Ionisierungskammer absaugt.

Zwischen dem äusseren Gitter und der Auffangelektrode liegt die Kollektorspannung $V_c$. Die durch den Zusammenstoss der Photonen mit den Molekülen des Gases in der Ionisierungskammer entstehenden Photoelektronen bewegen sich radial zur Achsrichtung der Kammer und werden zunächst vollzählig durch den

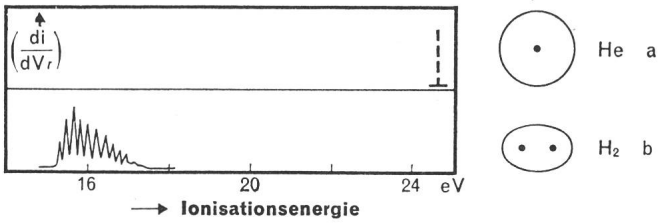



Fig. 3
**Diagramme von Spektren von Photoelektronen**
*a* der theoretische Wert der Ionisationsenergie von atomarem Helium; *b* Spektrum der Ionisationsenergien von molekularem Wasserstoff

Kollektor aufgefangen. Der Kollektorstrom $i$ wird mit einem Resonanzblättchen-Elektrometer gemessen. Nun legt man an die beiden Gitter die Verzögerungsspannung $V_r$. Wenn man die Verzögerungsspannung steigert, wird den Photoelektronen nach und nach der Weg zum Kollektor gesperrt. Der Strom $i$ wird nach dem Verzögerungspotential $V_r$ differenziert. Das Differential wird in Abhängigkeit von der Ionisierungsenergie in einem Diagramm (Fig. 3) eingetragen. Das Diagramm 3a zeigt den theoretischen Wert von atomarem Helium. Aus Fig. 3b ist zu entnehmen, dass das Diagramm von molekularem Wasserstoff ein ganzes Spektrum von Ionisationsenergien aufweist. Die Maxima des Differentials $di/dV_r$ treten bei den Ionisationsenergien auf, bei denen das Verzögerungspotential $V_r$ gerade gleich der Elektronenenergie ist. Die Abszissenwerte der verschiedenen Maxima entsprechen den Ionisationspotentialen der Elektronen in den einzelnen Orbitalen eines Moleküls. Durch Anwendung magnetischer oder elektrostatischer Geschwindigkeitsanalysatoren kann man die Geschwindigkeit der Photoelektronen noch wesentlich genauer bestimmen. *H. Gibas*

## Eine Gruppe neuartiger *RC*-Oszillatoren

621.373.421.1

[Nach *A. G. J. Holt* und *M. R. Lee:* A Class of RC Oscillators. Proc. IEEE, 55(1967)6, S. 1119]

Im Gegensatz zu den konventionellen *RC*-Oszillatoren (Phasenschieber-Oszillator, Wienbrücke-Oszillator u. a.) besteht diese Gruppe von Oszillatoren aus zwei, statt bloss einem Spannungsverstärker (Fig. 1).

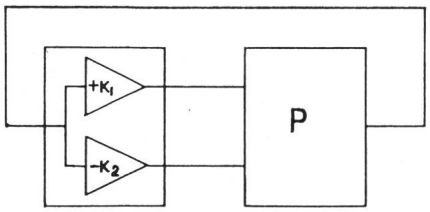



Fig. 1
**Prinzipieller Aufbau der Oszillatoren**
$K_1$, $K_2$ Verstärkungsfaktor der einzelnen Verstärker;
$P$ passives Netzwerk mit je zwei Widerständen und Kondensatoren

Als passives Netzwerk wurde die einfachste Konzeption von vier Elementen gewählt ($2C$, $2R$) und derart zwischen drei Verstärkeranschlüssen und Erde permutiert, dass Sinusgeneratoren resultierten. Die sinnvollen Anordnungen zeigen die neun Schemata von Fig. 2. Bei den angegebenen Formeln für die Schwingfrequenz fällt auf, dass 3 Konzeptionen (1, 4, 7) eine niedrigere, 3 eine höhere (2, 5, 8) und 3 eine dem Wienbrückenkonzept entsprechende Frequenz erzeugen (3, 6, 9). Bei allen Schaltungen mit denen abweichende Frequenzen erzeugt werden können, beträgt der Konversionsfaktor $(1+K_2)^{-1/2}$, wobei $K_2$ die Spannungsverstärkung des phasenkehrenden Verstärkers bedeutet. Der Verstärkungsfaktor $K_1$ des nichtinvertierenden Verstärkers, der zur Erfüllung der Schwingbedingung benötigt wird, erfährt, wie aus dem Vorhandensein des Terms $K_2$ ersichtlich ist, ebenfalls Modifikationen, ausser bei den Schaltungen 4 und 8. Bei den zwei Schaltungen 1 und 7 können die erwähnten Erscheinungen ohne weiteres dem Einfluss des Millereffekts von $K_2$ auf eine der Komponenten zugeschrieben werden. Bei den anderen Schaltungen sind die Verhältnisse jedoch etwas unübersichtlicher.

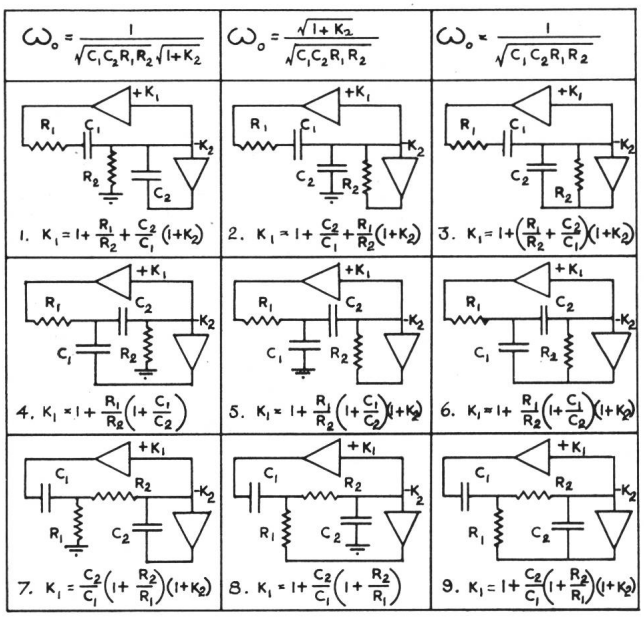



Fig. 2
**Praktische Ausführungsformen von Oszillatoren**
Die Formel für die Schwingbedingung und -Frequenz ist der jeweiligen Schaltung beigefügt

Besonders interessant sind die Schemata der ersten Kolonne mit denen eine Frequenzerniedrigung erreicht werden kann. Mit einem bescheidenen Faktor von $K_2 = 100$ kann auf diese Weise mit denselben Werten für $R_1$, $R_2$, $C_1$, $C_2$ eine zehnmal tiefere Schwingfrequenz erreicht werden als mit einem Wienbrücken-Oszillator. Wo bei sehr niederfrequenten Generatoren die hohen Kapazitätswerte vor allem aus Raum- und Preisgründen einen limitierenden Faktor darstellen, dürfte diese neue Schaltungstechnik einige Vorteile bieten. *M. S. Buser*

**Fortsetzung auf Seite 1209**

## Ebener Reflektor mit variablem Reflexionsfaktor für elektromagnetische Zentimeterwellen

621.396.677.831.029.64

[Nach *H. J. Bensieck* und *H. Severin:* Ebener Reflektor mit variablem Reflexionsfaktor für elektromagnetische Zentimeterwellen. NTZ 20(1967)5, S. 280...286]

Kristalldioden, die vor der Fläche eines ebenen Reflektors angeordnet sind, können den Reflektor zu einem Gerät für passive Kennung machen. «Kennung» nennt man die Indentifizierung eines durch einen Radarsender angestrahlten Zieles. Bei der aktiven Kennung sendet das von einem Radargerät erfasste Objekt selbst ein Signal aus. Bei der passiven Kennung wird das vom Objekt reflektierte Signal so verändert, dass man am Radargerät feststellen kann, dass das angestrahlte Objekt ein Kenngerät trägt. Mit einer Kombination eines ebenen Reflektors mit Dioden lässt sich der Reflexionsfaktor des ebenen Reflektors ändern. (Der Reflexionsfaktor eines Reflektors ist das Verhältnis der vom Reflektor reflektierten Hochfrequenzleistung zu der auf dem Reflektor auftreffenden Leistung.)

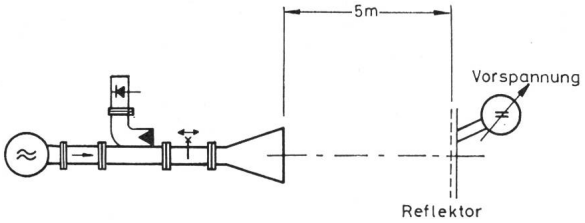



Fig. 1
**Anordnung zur Messung des Reflexionsfaktors eines ebenen Reflektors mit davor montierten Dioden**
Die Messanordnung auf der linken Seite des Bildes besteht aus einem Sender, einer Richtungsleitung, einem Richtkoppler mit einer Diode zur Messung des reflektierten Signals, einem Anpassungstransformator und einem Hornstrahler

Eine Anordnung zur Messung des Reflektionsfaktors zeigt Fig. 1. Die Messeinrichtung besteht aus einem Sender, einer Richtungsleitung, einem Richtkoppler mit einer Diode, die in dem Empfangszweig eingebaut ist und die zur Messung des reflektierten Signales dient, einem Anpassungstransformator und einem Hornstrahler. In einer Entfernung von 5 m vom Hornstrahler ist der ebene Reflektor angeordnet. Die Vorspannung der vor dem Reflektor liegenden Dioden kann variiert werden. Durch Änderung der an den Dioden angelegten Spannung ändert sich der Reflexionsfaktor der Anordnung zwischen ca. 0,01 und 0,28. Der Reflektor hat bei diesem Aufbau eine Fläche von 140 × 140 mm². In einer Ebene 6 mm vor der Reflektorfläche sind in 11 Reihen je 12 Dioden, also insgesamt 132 Dioden montiert. Die Anschlussdrähte der Dioden sind rechtwinkelig abgebogen und isoliert durch die Reflektorplatte geführt. Hinter der Reflektorplatte sind alle Dioden parallel geschaltet. Der Sender hat eine Frequenz von 9350 MHz. Wenn die Diodenspannung beispielsweise sinus- oder impulsförmig geändert wird, ändert sich entsprechend der Reflexionsfaktor und damit das von der Anordnung reflektierte Signal.

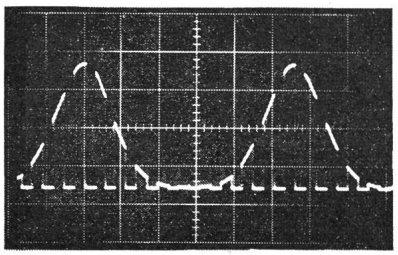


Fig. 2
**Oszillogramm des reflektierten Signals, dessen Amplitude durch die Änderung des Reflexionsfaktors beeinflusst wird**

Das Bild auf dem Schirm eines Kathodenstrahloszillographen in Fig. 2 wurde mit einer solchen Anordnung aufgenommen. Der Sender hatte eine Pulsfrequenz von 1000 Hz. Die Frequenz der Steuerspannung an den Dioden vor der Reflektorfläche lag wesentlich tiefer. Die Änderung der Grösse des reflektierten Signals ist deutlich zu erkennen. Die Amplitude des reflektierten Signals schwankt zwischen einem Maximalwert und einem extrem kleinen Wert. *H. G.*

**Suite voir page 1209**